

IAP20 Rest PCT/PTO 09 FEB 2006

Verfahren und Schaltungsanordnung zur präzisen, dynamischen digitalen Ansteuerung von insbesondere Piezoaktoren für Mikropositioniersysteme

Beschreibung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Schaltungsanordnung zur präzisen, dynamischen digitalen Ansteuerung von insbesondere Piezoaktoren für Mikropositioniersysteme mit einem Regler, vorzugsweise PID-Regler, wobei zur Minimierung von Positions-Folge-Abweichungen das zukünftige Systemverhalten abgeschätzt und aktuelle Korrektursignale im Sinne einer Feedforward-Korrektur gewonnen werden, gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 11.
- 5

Feedforward-Regelungen gehören zum bekannten Stand der Technik.

10

Bei PID-Reglern bzw. PID-Algorithmen gibt es nur dann ein Korrektursignal, wenn eine Regelabweichung existiert. Dies bedeutet, dass grundsätzlich von Positions-Folge-Fehlern auszugehen ist. Ziel einer Feedforward-Regelung ist die Minimierung dieser Positions-Folge-Fehler. Mit einer Feedforward-

- 15
- Regelung wird das zukünftige Systemverhalten abgeschätzt und die aktuellen Korrektursignale werden dementsprechend gesetzt. Die Korrekturen erfolgen im Allgemeinen durch die Multiplikation der notwendigen Geschwindigkeiten mit dem Geschwindigkeits-Feedforward-Verstärkungsfaktor. Eine ähnliche Methode kann genutzt werden, um eine Beschleunigungs-Feedforward-
20
- Korrektur durchzuführen. Auf diese Weise lässt sich der Positions-Folge-Fehler bei Beschleunigungen und Abbremsungen von z.B. Aktorsystemen reduzieren.

- Feedforward-Regelungsprinzipien finden beispielsweise Anwendung zum
25
- Positionieren eines magnetoresistiven Kopfes gemäß DE 696 06 784 T2, zur Kompensation der akustischen Rückkopplung bei einem System zur aktiven Geräuschminderung nach DE 195 05 610 A1, bei der Giersteuerung für Drehflügel-Flugzeuge gemäß DE 692 05 173 T2 und in anderen Gebieten der Technik.

30

Weiterhin bekannt sind Positionierzvorrichtungen mit einem insbesondere einen Piezokeramik-Aktor aufweisenden Positionierantrieb, einem Positions-sensor und einer eingangsseitig mit einer Steuersignal-Eingabeeinrichtung sowie in einer geschlossenen Regelschleife mit dem Positionssensor

- 5 verbundenen Antriebssteuereinrichtung für den Positionierantrieb, die zur Ausgabe vorgeformter Ansteuersignale an den Positionierantrieb ausgebildet ist. Eine solche bekannte Positionierzvorrichtung gemäß DE 199 23 462 C2 weist ein steuerbares Filter mit veränderbaren Filterkoeffizienten auf, das über einen Steuereingang mit einer Filterkoeffizienten-Berechnungseinheit
10 verbunden ist, welche über einen ersten Eingang mit der Steuersignal-Eingabeeinrichtung und über einen zweiten Eingang mindestens mit dem Positionssensor verbunden ist und aus den eingegebenen Sollpositions-Steuersignalen sowie erfassten Ist-Positionssignalen in Echtzeit die aktuellen, neuen Filterkoeffizienten berechnet. Diese Positionierzvorrichtung kann in
15 besonders flexibler Weise auf geänderte Systembedingungen reagieren.

Aus Untersuchungen, zurückgehend auf die Anmelderin, hat es sich gezeigt, dass Feedforward-Systeme in analogen Steuerungen, z.B. zum Betreiben von Piezoaktoren im wesentlichen problemlos realisiert werden können.

- 20 Schwierigkeiten entstehen jedoch dann, wenn eine digitale Steuerung realisiert werden soll, da die Abtastung prinzipielle Latenzzeiten erzeugt, die den an sich gegebenen dynamischen Vorteil des Feedforward-Zweigs stark einschränken. Darüber hinaus existieren bei bekannten digitalen Steuergeräten weitere Wartezeiten, zum Teil auch mit variablen Längen, so dass für
25 hochdynamische Anwendungen primär auf analoge Regelungen zurückgegriffen wurde.

- Mit dem bekannten Stand der Technik ist es daher bisher nicht möglich, die Dynamik schneller Piezoaktoren mit den Vorteilen digitaler Systeme, wie
30 höhere Präzision, Wiederholbarkeit, Austauschbarkeit und Flexibilität zu verbinden.

Aus dem Vorgenannten ist es daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine Schaltungsanordnung zur präzisen, dynamischen digitalen .

- 35 Ansteuerung von insbesondere Piezoaktoren für Mikropositioniersysteme

anzugeben, wobei die bekannten Vorteile von Feedforward-Zweigen nutzbar sind, ohne dass wesentliche Einschränkungen bei hochdynamischen Steuerungsanforderungen an das System bestehen.

- 5 Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt verfahrensseitig mit einer Lehre gemäß Definition des Patentanspruchs 1 sowie bezogen auf die Schaltungsanordnung mit der Merkmalskombination nach Patentanspruch 11, wobei die Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen darstellen.

10

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, einen vom eigentlichen Abtastregelkreis unabhängigen, quasi zweiten Signalpfad vorzusehen. Hierdurch kann eine schnelle digitale Feedforward-Steuerung durch Bypassing des eigentlichen Abtastsystems realisiert werden. Mit anderen Worten gelingt es, die Latenzzeit im Feedforward-Zweig des Abtastsystems zu reduzieren, indem primär über die Führungsgröße die Feedforward-Strecke und einen schnellen Digital-Analog-Wandler eine Steuerung des Piezoaktors erfolgt und sekundär die Regelstrecke mit Positionssensor zur Vermeidung von statischen Fehlern untergeordnet betrieben wird.

15

Mit dem Verfahren sowie der Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung gelingt es, eine digitale, Ein- oder Mehrachsen-Hochgeschwindigkeits-Steuerung von Piezoaktoren anzugeben, wobei sich der schaltungstechnische Aufwand in geringen Grenzen hält und die vorteilhafte Möglichkeit besteht, durch programmtechnische Vorgabe von verschiedenen Parametern Veränderungen von Filtereigenschaften in der Schaltungsanordnung vorzunehmen, so dass auch eine kundenseitige Optimierung an die jeweilige Anwendungsaufgabe möglich wird.

20

Zur Reduzierung der Latenzzeiten im Feedforward-Zweig des Abtastsystems wird das Signal der Führungsgröße mittels eines digitalen Interface über einen schaltbaren Bypass auf den vorerwähnten Digital-Analog-Wandler höchster Auflösung geführt, wobei dieser Digital-Analog-Wandler mit der Abtastrate des Abtastsystems zu betreiben ist.

25

30

- Weiterhin führt die Feedforward-Strecke auf einen zweiten, schnellen Digital-Analog-Wandler, welcher abtastsystemunabhängig angesteuert wird.
- Die Steuerspannungen repräsentierenden Ausgangssignale der Wandler werden dann addiert der anzusteuernden Einrichtung, insbesondere dem
- 5 Piezoaktor zugeführt, welcher mit einem Positionssensor die eigentliche Regelstrecke bildet.

Ergänzend besteht die Möglichkeit der Vornahme einer Gewichtung und/oder Filterung der dem schnellen Digital-Analog-Wandler zugeleiteten Signale.

10

- Sowohl der schnelle, erste Digital-Analog-Wandler der Steuerstrecke als auch der hochauflösende, zweite Digital-Analog-Wandler der Regelstrecke kann mit derselben Führungsgröße beaufschlagt werden. Der zweite Digital-Analog-Wandler ist demnach auf die Regeleigenschaften, insbesondere auf höchste
- 15 Auflösung optimiert, wobei der erste Digital-Analog-Wandler auf kürzestmögliche Latenzzeit gerichtet ist und die Ansteuerung dieses schnellen Wandlers unabhängig vom Abtastsystem betrieben wird, so dass dadurch kein Jitter auftritt.
- 20 Die optionale Gewichtung und/oder Filterung der dem schnellen Wandler zugeführten Signale kann in Abhängigkeit von den Streckeneigenschaften vorgenommen werden.

- Ebenso liegt es im Sinne der Erfindung, eine Linearisierung der Regelstrecke
- 25 vorzunehmen, um systematische Fehler in den Signalwegen zu vermeiden. Zum Zwecke des Reduzierens von möglichen Streckenresonanzen kann in einer Ausführungsform der Erfindung eine gezielte Vorverzerrung der Steuerspannungen und/oder eine Anordnung von Sperrfiltern erfolgen.
- 30 Schalteinrichtungen und/oder Steuerkommandos ermöglichen es, Führungsgrößenänderungen sowohl auf den ersten, schnellen Digital-Analog-Wandler, den zweiten, hochpräzisen Wandler oder beide Wandler zu leiten. Über weitere Schalteinrichtungen sind wahlweise auch verschiedene Führungsgrößen abrufbar.

35

Über die Schalteinrichtungen können Filter- und/oder Gewichtsfunktionen für die Führungsgröße der Steuer- und/oder Regelstrecke aktiviert werden.

Anstelle zwei diskreter, jeweils auf die gewünschten Eigenschaften

- 5 optimierter Wandler besteht ebenso die Möglichkeit, einen einzigen Digital-Analog-Wandler einzusetzen, welcher umschaltbare oder optimierte Funktionalitäten bezüglich der Auflösung bzw. Schnelligkeit besitzt.

Beim Grundprinzip der Schaltungsanordnung zur präzisen, dynamischen

- 10 digitalen Ansteuerung von insbesondere Piezoaktoren für Mikropositioniersysteme ist der Führungsgrößen-Eingang über ein digitales Interface auf den Feedforward-Steuerzweig und auf einen Vergleicher gelegt. Das digitale Interface ist bevorzugt zum parallelen Datentransfer geeignet und als PIO (Parallel-Input-Output) ausgeführt.

15

Am Vergleichereingang des Vergleichers liegt das digitale Ausgangssignal der Positionssensor-Abtast-Regelstrecke an.

Der Vergleicherausgang steht mit einem Additionsglied in Verbindung, an

- 20 dessen weiterem Eingang der Feedforward-Steuerzweig angeschlossen ist.

Letztendlich führt der Ausgang des Additionsglieds auf einen Digital-Analog-Wandler, welcher das Steuersignal für den Aktor, insbesondere Piezoaktor an seinem Ausgang bereitstellt.

25

Alternativ kann der Vergleicherausgang auf den Eingang eines hochauflösenden Digital-Analog-Wandlers führen, dessen Ausgang mit dem ersten Eingang des Additionsglieds in Verbindung steht, sowie der Feedforward-Steuerzweig auf den Eingang eines schnellen Digital-Analog-Wandlers führen, 30 dessen Ausgang mit dem zweiten Eingang des Additionsglieds in Verbindung steht, um primär über die Führungsgröße die Feedforward-Strecke und den schnellen Digital-Analog-Wandler den Aktor zu steuern und sekundär die Regelstrecke mit Positionssensor zur Vermeidung von statischen Fehlern untergeordnet zu betreiben.

35

Zwischen einem Leistungsverstärker zum Ansteuern des Piezoaktors und dem Ausgang des Additionsglieds kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ein einstellbares Notch-Filter vorgesehen sein, welches wahlweise auch überbrückbar ist.

5

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung besteht demnach aus den Baugruppen zur Erfassung der Sensorpositionen, der Baugruppe zur digitalen Sensorsignalverarbeitung mittels eines DSPs (digitaler Signalprozessor), dem Piezoverstärker einschließlich der vorbeschriebenen D-A-Wandler und einem 10 digitalen, insbesondere PIO-Interface.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist der erste, schnelle Digital-Analog-Wandler als 16-Bit- und der hochauflösende Wandler als ein solcher mit 20-Bit-Auflösung gewählt. Der schnelle Wandler ist unmittelbar über das 15 PIO-Interface ansteuerbar, wobei zur Ansteuerung des hochauflösenden Wandlers eine weitere, serielle Schnittstelle vorgesehen ist.

Bei der Positionserfassung des Piezoaktors wird von einer Sensoranordnung ausgegangen, welche die mechanische Bewegung bzw. mechanische Position 20 in analoge Spannungen umsetzt. Im Regelfall ist die erhaltene analoge Spannung proportional den Positionsänderungen. Ein Analog-Digital-Wandler transferiert die analogen Spannungen in ein digitales Signal, die gegebenenfalls einer Lowpass-Filterung und einer Linearisierung unterzogen werden und dann auf den Vergleichseingang des Vergleichers führen, wodurch sich 25 ein geschlossener Kreis (Feedback-Loop) ergibt.

Alles in allem gelingt es mit der vorgestellten Erfindung, ein Verfahren sowie 30 eine neuartige Schaltungsanordnung zur präzisen, dynamischen digitalen Ansteuerung von insbesondere Piezoaktoren für Mikropositioniersysteme anzugeben, welches bzw. welche minimale Latenzzeiten im Bereich von 2 bis 5 µs realisiert, so dass die Dynamik schneller Piezoaktoren mit der gewünschten digitalen Ansteuerung vereinbar ist. Dadurch, dass primär die 35 Führungsgröße als Steuerung arbeitet, fällt der Regelung die Hauptaufgabe zu, den unvermeidbaren statischen Fehler zu reduzieren. Durch eine variable Kommandostruktur kann jede Führungsgrößenänderung entweder auf den

schnellen Digital-Analog-Wandler, den hochauflösenden Wandler bzw. die Servoregelung oder aber auch auf beide Signalwege geführt werden.

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels sowie unter Zuhilfe-
5 nahme von Figuren näher erläutert werden.

Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung der Grundfunktionen der Schaltungs-
10 anordnung getastet - ungetastet (sampled - unsampled) und

Fig. 2 eine Detaildarstellung der Schaltungsanordnung mit zwei speziellen,
hinsichtlich ihrer Funktionen optimierten Digital-Analog-Wandler.

15 Gemäß Fig. 1 wird von einem Feedforward-Zweig 1 und einer Regelstrecke 2 ausgegangen.

Die Regelstrecke 2 enthält das anzusteuernde System 3, z.B. einen Piezo-
aktor, und weist darüber hinaus einen Wegsensor 4 auf. Zur Regelstrecke 2
20 gehört ein ausgangsseitig des Wegsensors 4 angeschlossener Analog-Digital-
Wandler 5.

Dieser Analog-Digital-Wandler 5 führt auf einen Eingang eines Vergleichers
6, dessen Ausgang über ein optionales Servofilter 7 auf den ersten Eingang
25 eines Addierers 8 führt. Am zweiten Eingang dieses Addierers 8 liegt das
Ausgangssignal des Feedforward-Zweigs bzw. eines Feedforward-Filters an.

Der Ausgang des Addierers 8 führt auf einen universellen Digital-Analog-
Wandler 9, welcher sowohl hochauflösend als auch hochdynamisch betreibbar
30 ist. Dieser universelle Digital-Analog-Wandler 9 stellt dann das analoge
Ausgangssignal für den Piezoaktor 3 zur Verfügung. Zum Treiben des
Piezoaktors 3 sind selbstverständlich noch geeignete Verstärker notwendig,
die in der Fig. 1 aus Vereinfachungsgründen nicht gezeigt sind.

Gemäß der detaillierteren Darstellung der Schaltungsanordnung nach Fig. 2 ist der Führungsgrößeneingang 10 über Schalteinrichtungen 11 sowohl mit dem Feedforward-Zweig 1 als auch über ein Eingangsfilter 12 mit der Regelstrecke in Verbindung stehend. Der Führungsgrößeneingang 10 ist hier 5 als digitales Interface ausführbar, und zwar in einer PIO und seriellen Interface-Konfiguration, z.B. einer RS 232-Schnittstelle.

Ausgangsseitig ist der Feedforward-Zweig 1 auf einen ersten, schnellen Digital-Analog-Wandler 13 geführt, dessen Ausgang auf den zweiten Eingang 10 des Vergleichers 8 führt. Die Regelstrecke, d.h. der Ausgang des Servofilters 7, wiederum führt auf den Eingang eines hochauflösenden Digital-Analog-Wandlers 14, dessen Ausgang auf den ersten Eingang des Vergleichers 8 gelangt. Zur wahlweisen Beaufschlagung auch des Digitaleingangs des Wandlers 14 ist eine Umschalteinrichtung 15 vorgesehen.

15

Am Ausgang des Vergleichers 8 befindet sich ein durchstimmbares Notch-Filter 16, das wiederum mit einem Verstärker 17 in Verbindung steht, dessen Ausgang auf das figürlich nicht dargestellte PZT-Element, nämlich einen Piezoaktor führt.

20

Der Wegsensor 4 führt über einen entsprechenden Eingang auf eine Signalverarbeitungseinheit 18, welcher ein Bandpassfilter 19 und der Analog-Digital-Wandler 5 nachgeordnet ist. Die digitale Signalverarbeitungseinheit der Regelstrecke umfasst ein weiteres Bandpassfilter 20 und eine Anordnung 25 zur Linearisierung der Sensorsignale 21. Der Ausgang dieser Einheit 21 steht mit dem Vergleichseingang des Vergleichers 6 in Verbindung und liefert darüber hinaus ein Sensormonitoringsignal an einen hierfür vorgesehenen Ausgang 22.

30 Mit der vorstehend anhand der Figuren beschriebenen Schaltungsanordnung ist es möglich, sowohl den ersten, schnellen Digital-Analog-Wandler der Steuerstrecke als auch den zweiten, hochauflösenden Digital-Analog-Wandler der Regelstrecke mit ein und derselben Führungsgröße zu beaufschlagen, wobei eine Linearisierung der Regelstrecke zum Zweck der Vermeidung 35 systematischer Fehler in den Signalwegen erfolgen kann.

Die Schaltungsanordnung ist so betreibbar, dass primär über die Führungsgröße die Feedforward-Strecke und den ersten, schnellen Digital-Analog-Wandler eine Steuerung des Piezoaktors erfolgt, wobei sekundär die Regelstrecke mit Positionssensor zur Vermeidung von statischen Fehlern
5 untergeordnet in Funktion tritt.

Bei der Darstellung nach Fig. 1 wird davon ausgegangen, dass ein einziger Digital-Analog-Wandler zum Einsatz kommt, welcher z.B. in umschaltbarer Weise verschiedene Funktionalitäten bezüglich der geforderten Auflösung und
10 Schnelligkeit besitzt.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|--------|--|
| 15 | 1 | Feedforward-Zweig |
| | 2 | Regelstrecke |
| | 3 | Piezoaktor |
| | 4 | Wegsensor |
| | 5 | Analog-Digital-Wandler |
| 20 | 6 | Vergleicher |
| | 7 | Servofilter |
| | 8 | Addierer bzw. Addierglied |
| | 9 | universeller Digital-Analog-Wandler |
| | 10 | Führungsgrößen-Eingang |
| 25 | 11 | Schalteinrichtungen |
| | 12 | Eingangsfilter |
| | 13 | schneller Digital-Analog-Wandler |
| | 14 | hochauflösender Digital-Analog-Wandler |
| | 15 | Umschalteinrichtung |
| 30 | 16 | durchstimmbares Notch-Filter |
| | 17 | PZT-Verstärker |
| | 18 | analoge Sensorsignalverarbeitungseinheit |
| | 19; 20 | Bandpassfilter |
| | 21 | Einrichtung zur Linearisierung der Sensorsignale |
| 35 | 22 | Sensormonitoringausgang |

1. Verfahren zur präzisen, dynamischen digitalen Ansteuerung von insbesondere Piezoaktoren für Mikropositioniersysteme mit einem PID-Regler, wobei zur Minimierung von Positions-Folge-Abweichungen das zukünftige Systemverhalten abgeschätzt und aktuelle Korrektursignale im Sinne einer
5 Feed-Forward-Korrektur gewonnen werden,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Reduzierung von Latenzzeiten im Feed-Forward-Zweig des Abtastsystems
das Signal der Führungsgröße über einen schaltbaren Bypass auf einen
ersten Digital-Analog-Wandler höchster Auflösung gelangt, wobei dieser erste
10 Digital-Analog-Wandler mit der Abtastrate des Abtastsystems betrieben wird,
weiterhin die PID-Feed-Forward-Strecke auf einen zweiten, schnellen Digital-
Analog-Wandler führt, welcher abtastsystemunabhängig angesteuert wird und
die Steuerspannungen repräsentierenden Ausgangssignale des ersten und
zweiten Wandlers addiert zur anzusteuерnden Einrichtung, insbesondere
15 einem Piezoaktor gelangen, welcher mit einem Positionssensor die Regel-
strecke bildet.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 eine Gewichtung und/oder Filterung der dem ersten Digital-Analog-Wandler
zugeleiteten Signale der Führungsgröße vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 sowohl der erste, schnelle Digital-Analog-Wandler der Steuerstrecke als auch
der zweite, hochauflösende Digital-Analog-Wandler der Regelstrecke mit
derselben Führungsgröße beaufschlagt werden.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
30 gekennzeichnet durch
eine Linearisierung der Regelstrecke zum Zweck der Vermeidung
systematischer Fehler in den Signalwegen.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
35 gekennzeichnet durch

gezielte Vorverzerrung der Steuerspannungen und/oder Anordnung von Sperrfiltern zum Zweck des Reduzierens von Streckenresonanzen.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

5 dadurch gekennzeichnet, dass

primär über die Führungsgröße die Feed-Forward-Strecke und den ersten, schnellen Digital-Analog-Wandler der Piezoaktor gesteuert betrieben wird, wobei sekundär die Regelstrecke mit Positionssensor zur Vermeidung von statischen Fehlern untergeordnet betrieben ist.

10

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

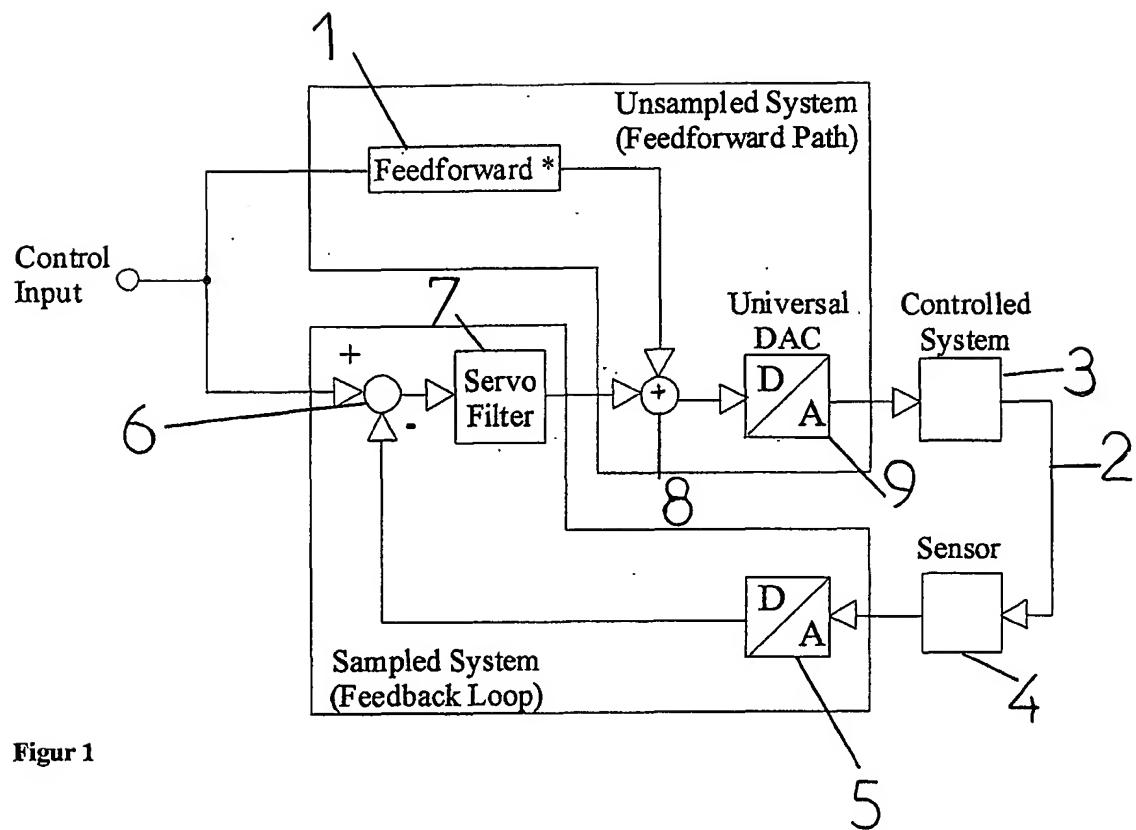
dadurch gekennzeichnet, dass

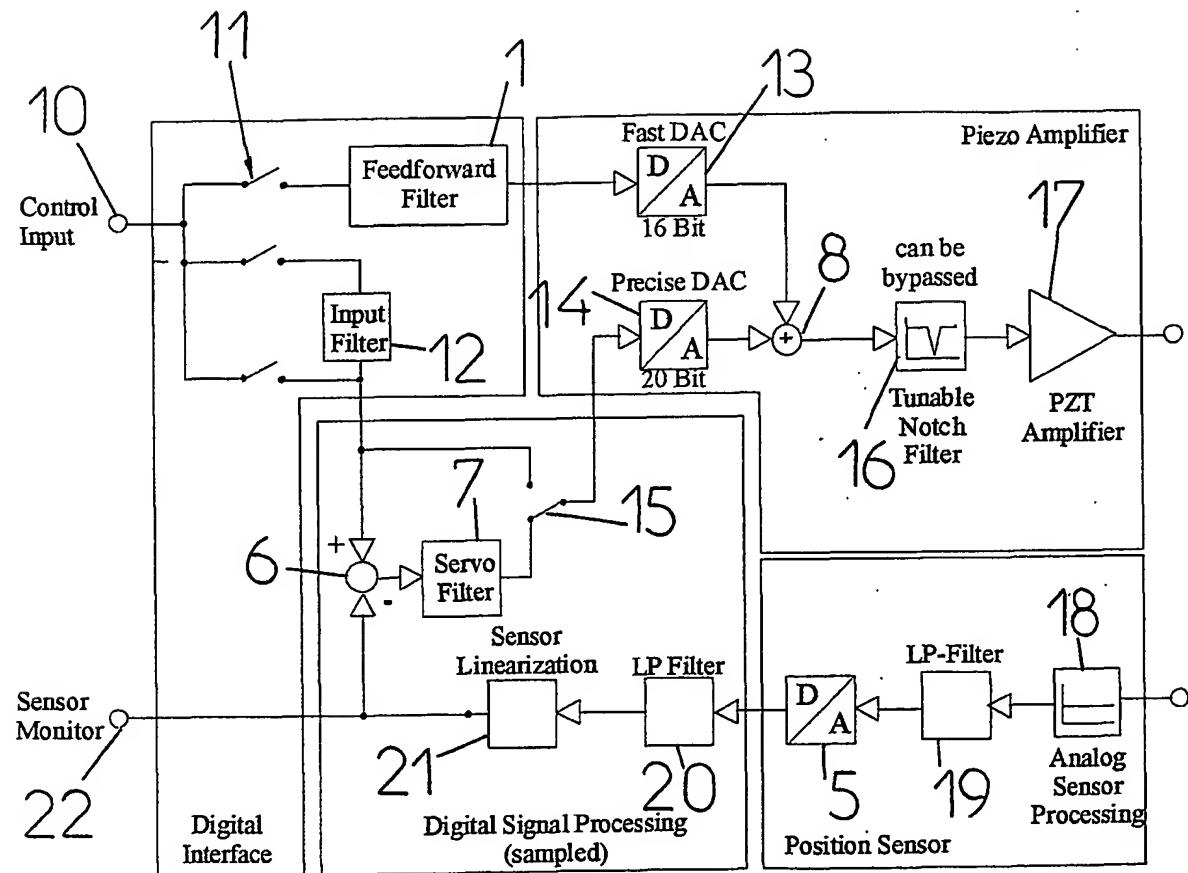
über Schalteinrichtungen und/oder Steuerkommandos Führungsgrößenänderungen sowohl auf den ersten, schnellen Digital-Analog-Wandler, den zweiten, hochpräzisen Wandler oder beide Wandler geleitet werden können.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

über eine weitere Schalteinrichtung wahlweise verschiedene Führungsgrößen
20 abrufbar sind.

**Figur 1**



Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/008695A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G05B19/35

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 308 106 B1 (AMERI MASOUD ET AL) 23 October 2001 (2001-10-23) column 3, line 12 – line 54 -----	1
A	DE 199 23 462 C1 (PHYSIK INSTRUMENTE GMBH & CO) 16 November 2000 (2000-11-16) cited in the application page 3, line 42 – page 4, line 6 -----	1

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

29 March 2005

Date of mailing of the International search report

20/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kelperis, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No
PCT/EP2004/008695

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6308106	B1	23-10-2001	NONE			
DE 19923462	C1	16-11-2000	WO EP	0063979 A1 1186061 A1	26-10-2000 13-03-2002	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat

s Aktenzeichen

PCT/EP2004/008695

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B19/35

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Interna 1

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 308 106 B1 (AMERI MASOUD ET AL) 23. Oktober 2001 (2001-10-23) Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 54 -----	1
A	DE 199 23 462 C1 (PHYSIK INSTRUMENTE GMBH & CO) 16. November 2000 (2000-11-16) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Zeile 42 - Seite 4, Zeile 6 -----	1

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

'&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
29. März 2005	20/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Keiperis, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat

Aktenzeichen

PCT/EP2004/008695

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6308106	B1	23-10-2001	KEINE	
DE 19923462	C1	16-11-2000	WO 0063979 A1 EP 1186061 A1	26-10-2000 13-03-2002